

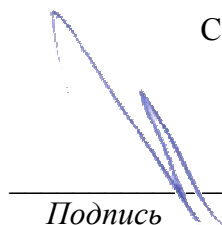
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный
университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.


Подпись

5 октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы аналитической химии

Специальность: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
направленность (профиль): Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

д.х.н., проф. Коваленко Г.А.

д.х.н., проф. Лавренова Л.Г.

д.х.н., проф. Миронов И.В.

Зав. кафедрой

д.х.н., проф. Костин Г.А.

Руководитель программы:

д.х.н., доц. Емельянов В.А.

Новосибирск, 2020

Содержание

	Стр.
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося.....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам учебных занятий.....	6
5. Перечень учебной литературы	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.....	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	8
10. Оценочные средства аттестации по дисциплине.....	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Профессиональные компетенции (ПК)

Индикатор компетенции	Результаты обучения по дисциплине
С-ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	
С-ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий НИР или НИОКР	– <i>умеет</i> спланировать общий план проведения анализа и его отдельные стадии, необходимые для выполнения анализа функциональных материалов с использованием современных инструментальных методов.
С-ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в рамках НИР или НИОКР, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	– <i>имеет</i> представление о современном аналитическом оборудовании, его сравнительных характеристиках при решении актуальных задач аналитической химии; – <i>владеет</i> информацией о метрологических параметрах доступных современных приборов.
С-ПК-2. Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук, способен к анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	
С-ПК-2.1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных	– <i>анализирует</i> информацию современных баз данных, проводит поиск с использованием систем Web of Science и Scopus; – <i>владеет</i> навыками использования программно-технических средств для подготовки презентации
С-ПК-2.2. Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в выбранной области химии (химической технологии)	– <i>умеет</i> работать с литературными источниками; – <i>знает</i> все требования к составлению отчетов и рефератов; – <i>формулирует</i> необходимые обобщения, полученные в результате работы с литературными источниками.
С-ПК-3. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и/или продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	
С-ПК-3.1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	– <i>умеет</i> систематизировать полученную информацию, а также анализировать результаты и сопоставлять их с литературными данными; – <i>знает</i> назначение, принцип действия, устройство и аналитические возможности современных приборов для определения физико-химические свойства и химического анализа.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Дополнительные главы аналитической химии» относится к вариативной части (профильные дисциплины по выбору Б1.В.БВ.1.6.) профессионального (специального) цикла ООП по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (специалитет), и изучается в 8-ом семестре.

Освоение дисциплины «Дополнительные главы аналитической химии» базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных у обучающихся по результатам изучения

дисциплин:

- Физическая химия (строение и свойства атома, периодическая система элементов Менделеева, природа химической связи, химическая реакция, понятия о кинетике и термодинамике реакций);
 - Неорганическая химия (строение молекул, химическая связь);
 - Аналитическая химия (методы пробоподготовки и количественного химического анализа, химические равновесия);
 - Строение вещества (возбуждение и ионизация, спектры атомов),
- и является необходимым для изучения следующих дисциплин и практик: производственная практика, научно-исследовательская работа.

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа). Программой дисциплины предусмотрены 28 лекционных часов, 4 часа контактной работ при аттестации, 40 часов самостоятельной работы студентов.

№	Вид деятельности	Семестр
		8
1	Лекции, ч	28
2	Практические занятия, ч	0
3	Лабораторные занятия, ч	0
4	Занятия в контактной форме, в том числе:	32
	аудиторных занятий, ч	28
	консультаций, ч	2
	промежуточная аттестация, ч	2
5	Самостоятельная работа, ч	40
6	Всего, ч	72

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам учебных занятий

8 семестр Лекции (28 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Введение в аналитическую сенсорику. Ферменты как аналитические реагенты	4
Электрохимические сенсоры	1
Оптические сенсоры	1
Гравиметрические сенсоры	1
Сенсоры резистивного типа на основе полупроводников и МДП-структур	1
Термокаталитические сенсоры	1
Мультисенсорные системы. «Электронный нос». Новые материалы и перспективы развития химической сенсорики	1
Хромotropные соединения. Физико-химические причины проявления хромotropизма	2
Методы анализа и исследования комплексов: метод магнитной восприимчивости, электронная, мессбауэровская, ИК- и EXAFS-спектromетрия; рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализы	1
Термохромизм в координационных соединениях железа(II) с азотсодержащими лигандами	1
Термохромизм в координационных соединениях металлов(III), содержащих нейтральные органические лиганды и анион гекса(изотиоцианато)-хромат(III)	1

Введение. Процессы в гомогенных системах. Комплексообразование, маскирование.	4
Аналитические реагенты для комплексообразования	1
Органические лиганды	1
Процессы осаждения.	1
Экстракция, некоторые механизмы и экстрагенты	1
Индикаторы	2
Вещественный анализ лабильных систем (экспериментальные методы)	1
Вещественный анализ лабильных систем (расчетные методы)	2

Самостоятельная работа студентов (40 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная работа во время занятий	30
из них:	
закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала	6
уточнение и дополнение сведений и знаний, полученных на лекциях	8
изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	16
Самостоятельная работа во время промежуточной аттестации	10
из них:	
подготовка к экзамену	10

Программа курса лекций «Сенсоры в аналитической химии» (часть 1)

1. Основные понятия химической сенсорики

Сенсор как аналитическое устройство, его отличительные характеристики и требуемые технические параметры. Классификация сенсоров по типу аналитического сигнала – электрохимические, резистивные, оптические, гравиметрические. Области применения сенсоров.

Основные отличия биосенсоров от химических сенсоров. Ферменты как аналитические реагенты.

2. Электрохимические сенсоры.

Потенциометрические сенсоры. Природа аналитического сигнала и зависимость аналитического сигнала от концентрации аналита. Уравнения Доннана и Никольского-Эйзенмана. Ионоселективные электроды (ИСЭ) как чувствительные элементы потенциометрических сенсоров. Практические навыки при работе с ИСЭ, калибровка и измерение. Разновидности ионоселективных электродов по типу селективной мембраны – *твердотельные* (стеклянные, халькогенидные, кристаллические), с ионообменником, *твердоконтактные*. Подходы для повышения селективности электродов, основанных на применении жидкостных мембран, и снижения предела обнаружения аналитов. Потенциометрические сенсоры для измерения аналита в водных средах. Сенсоры для измерения pH. Ферментные электроды. Газочувствительные электроды на CO₂ и аммиак. Газовые потенциометрические сенсоры типа топливного элемента на кислород и оксиды углерода.

Амперометрические сенсоры. Природа аналитического сигнала и зависимость аналитического сигнала от концентрации аналита при правильно выбранном потенциале индикаторного электрода. Электрод Кларка для анализа растворенного кислорода. Электрохимические сенсоры химического состава газов (аналиты – CO, H₂S, SO₂, Cl₂, F₂, HF, NH₃, O₃, O₂, CH₄, C₃H₈, C₆H₁₄, H₂). Биосенсоры амперометрические. Три поколения биосенсоров (на примере биосенсора на глюкозу).

3. Сенсоры резистивного типа. Природа аналитического сигнала и зависимость аналитического сигнала от концентрации аналита (уравнения). *Полупроводниковые сенсоры* на основе окислов металлов. Характеристики данных сенсоров, достоинства и недостатки. Каталитические газовые сенсоры, *пеллистеры*.

4. Оптические сенсоры. Природа аналитического сигнала и зависимость аналитического сигнала от концентрации аналита.

Абсорбционная спектроскопия в УФ-, видимом и ИК-диапазонах. Закон и уравнение Ламберта-Бэра. *Твердофазная спектрофотометрия* (отражательная фотометрия). Тест-полоски как чувствительные элементы сенсоров, в том числе биосенсоров на глюкозу. *Спектроскопия внутреннего отражения*. Закон Снелля. Внешние световоды, зависимость аналитического сигнала от концентрации аналита. Внутренние световоды на «затухающих волнах».

Люминисценция (флуоресценция, фосфоресценция). Зависимость аналитического сигнала от концентрации аналита (уравнение). Тушение флуоресценции. Уравнение Штерна-Фольмера. Флуоресцентный сенсор на кислород. Хеми- и био люминисценция.

Преломление света и поляризация света. Портативные рефрактометры, области применения.

5. Гравиметрические сенсоры.

Пьезоэлектрический эффект. Природа аналитического сигнала и зависимость аналитического сигнала от концентрации аналита. Уравнение Зауэрбрея. Характеристики гравиметрических сенсоров. Методы повышения селективности анализа.

Пьезоэлектрические микровесы. Сенсоры на поверхностных акустических волнах (*ПАВ-сенсоры*). Сенсоры на основе кантилеверов.

Гравиметрические сенсоры для анализа газообразных веществ. Пьезокварцевые иммуносенсоры для клинической диагностики и экологического мониторинга.

6. Мультисенсорные системы. Принципы конструирования и функционирования «Лаборатории на чипе». Схема мультисенсорной системы. «Электронный нос». «Электронный язык».

7. Новые материалы для химической сенсорики.

Ионофоры. Ионные жидкости. Синтетические полимеры с молекулярными отпечатками (ПОМ). Наноматериалы (квантовые точки, углеродные нанотрубки).

Программа курса лекций «Хромотропные соединения» (часть 2)

1. Термохромизм в комплексах железа (II) с азотсодержащими лигандами, обусловленный спиновым переходом. Основные свойства комплексов, перспективных в качестве материалов для создания систем записи информации. Фотохромизм в комплексах железа(II) с азотсодержащими лигандами

2. Методы анализа и исследования комплексов, обладающих магнитной активностью и термохромизмом: метод магнитной восприимчивости, электронная, мессбауэровская, ИК- и EXAFS-спектрометрия; рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализы; термодинамические методы – вакуумная адиабатическая и дифференциальная сканирующая калориметрия

3. Термохромизм в комплексах лантаноидов с нейтральными органическими лигандами и анионом $[\text{Cr}(\text{NCS})_6]^{3-}$

Программа курса лекций «Аналитические реагенты»(часть 3)

1. Процессы в гомогенных системах. Комплексообразование, основы маскирования. Константы устойчивости, их связь с термодинамическими характеристиками. Закономерности комплексообразования: а) классы А и Б (жесткие и мягкие, треугольник Арланда-Чатта); б) ряд Ирвинга-Вильямса; в) ступенчатые эффекты — полный, статистический, лиганд-эффект; г) ЛКСЭ; д) хелат-эффект и клеточный (макроциклический) эффект.

Аналитические реагенты для комплексообразования (особенности, области применения, реакции, примеры методик):

а) неорганические лиганды: галогениды; кислород- и серосодержащие (H_2O_2 , OH^- , CO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^{2-} (HS^-), SCN^- , SO_3^{2-}); азот- и фосфорсодержащие (CN^- , NH_3 , N_2H_4 , NH_2OH , PO_4^{3-} , $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$, полифосфаты);

б) органические лиганды: кислородсодержащие (остатки оксикислот — тартрат, цитрат, салицилат, сульфосалицилат; остатки моно- и дикарбоновых кислот); комплексоны (EDTA^{4-} ,

NTA³⁻, IDA²⁻, DCNTA⁴⁻, TEA); азотсодержащие (пиридин, 2,2'-дипиридил, 1,10-фенантролин); серосодержащие (тиомочевина, унитол, тиогликолевая к-та).

2. Процессы осаждения. Растворимость и возможности ее расчета. Простые осадители. Органические сульфиды (тиоанилид, висмутолы). Осаждение внутрикомплексных соединений (оксихинолин, купферон, пирогаллол, салицилальдоксим, арсоновые кислоты, диоксимы, нитрозоафтолы).

3. Экстракция, некоторые механизмы и экстрагенты:

а) гидратно-сольватный механизм. Нейтральные кислородсодержащие экстрагенты (эферы, метилизобутилкетон, дибутилкарбитол, ТБФ). Экстракция из галогенидных и нитратных сред, жидкие сольваты.

б) анионообменный механизм;

в) экстракция нейтральных хелатов, в том числе, бета-дикетонатов (ацетилацетон, бензоилацетон, теноилтрифторацетон).

4. Индикаторы:

а) азоиндикаторы: кислотно-основные (метилловый желтый, метилловый оранжевый, метилловый красный, тропеолины); металлохромные (эриохромовый черный Т, арсеназо, ПАН, ПАР, ТАР);

б) ТФМ красители (кристаллический фиолетовый, малахитовый зеленый, бриллиантовый зеленый);

в) фталеиновые и сульфопфталеиновые: кислотно-основные (фенолфталеин, феноловый красный, крезоловый красный, бромкрезоловый синий); металлохромные (ксиленоловый оранжевый, фталеин комплексон);

г) нитроиндикаторы;

д) окислительно-восстановительные (хинон – гидрохинон, производные бензидина, дифениламин, ферроин).

Метод индикаторных подсистем для изучения превращений в растворе.

5. Вещественный анализ лабильных систем:

а) экспериментальные методы (потенциометрия, спектрофотометрия, применение индикаторных подсистем). рН-метрия;

б) расчетные методы (прямая задача). Гомогенные системы (растворы), алгоритм расчета концентраций форм. Дополнения: системы с осадками, реакции обмена, окс-ред процессы.

5. Перечень учебной литературы

Литература к 1 части курса.

1. Б. Эггинс *Химические и биологические сенсоры*. М., ТЕХНОСФЕРА. 2005. 335 С.
2. Дж. Мак-Махон. *Аналитические приборы. Руководство по лабораторным, портативным и миниатюрным приборам*. С-Пб., ПРОФЕССИЯ. 2009. 351 С.
3. *Химические и биохимические сенсоры* // Российский химический журнал. 2008. Т.ЛП. № 2. 140 С.
4. Г.А. Евтюгин, И.И. Стойков. *Электрохимические (био)сенсоры на основе супрамолекулярных структур*. Казань: Изд-во Казан.ун-та, 2016, 298 С.
5. Л. Уильямс, У. Адамс. *Нанотехнологии без тайн. Путеводитель*. М., Эксмо. 2009. 366 С.

Литература ко 2 части курса.

1. Sone K., Fukuda Y. *Inorganic Thermochromism*. Springer-Verlag, Berlin, 1987. 131 P.
2. Лавренова Л.Г., Ларионов С.В. *Спиновый переход в комплексных соединениях железа(II) с 1,2,4-триазолами и тетраазолами (обзор)* // Координационная химия. 1998. Т. 24, № 6. С. 404.
3. Linert W., Fukuda Y., Camard A. // *Chromotropism of coordination compounds and its applications in solution*. Coord. Chem. Rev. 2001. V. 218. P. 113.

4. Lavrenova L.G., Shakirova O.G. // *Spin Crossover and Thermochromism of Iron(II) Coordination Compounds with 1,2,4-Triazoles and Tris(pyrazol-1-yl)methanes (review)*. Eur. J. Inorg. Chem. 2013. P. 670.
5. Черкасова Е.В., Патраков Ю.Ф., Трясунов Б.Г. и др. // Журнал неорганической химии. 2009. Т. 54, №10. С. 1700.

Литература к 3 части курса.

1. Перрин Д. *Органические аналитические реагенты*. Мир. 1967.
2. Э. Бишоп (ред.) *Индикаторы*. 1, 2 том. 1976.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Сенсоры в аналитической химии: учеб.-метод. пособие / сост. Г.А. Коваленко. 2-е изд., перераб. и доп. ; Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2020. – 130 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

7.1 Ресурсы сети Интернет

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.
- «Российская национальная платформа открытого образования» (<http://openedu.ru/>), Coursera (www.coursera.org), edX (www.edx.org).

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС и электронную почту.

7.2 Современные профессиональные базы данных:

- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)
- База данных полнотекстовых научных журналов JSTOR.
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
- Электронные ресурсы российской научной библиотеки eLibrary.ru
- Электронные ресурсы издательства American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы издательства Annual Reviews
- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office. Использование специализированного программного обеспечения для прохождения практики не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Имеются аудитории, оборудованные компьютером, мультимедийным проектором и экраном. Основной формой обучения являются лекции, а также беседы преподавателя со

студентами. На лекциях студент может получить ответы на все интересующие его вопросы по предмету. Кроме того, перед экзаменом предусмотрены консультации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине «Дополнительные главы аналитической химии» и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

10.1. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в интерактивном режиме. В начале каждого занятия предусмотрено время (5-10 мин) в течение которого преподаватель обсуждает ключевые вопросы предыдущего занятия и приводит план следующей лекции.

Промежуточная аттестация. Условием допуска студента к итоговому контролю в виде экзамена является посещение им не менее 50 % лекций.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Дополнительные главы аналитической химии»

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
С-ПК-1.	С-ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий НИР или НИОКР	– <i>умеет</i> спланировать общий план проведения анализа и его отдельные стадии, необходимые для выполнения анализа функциональных материалов с использованием современных инструментальных методов.	Домашняя работа, опросы на лекциях. Экзамен.
	С-ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в рамках НИР или НИОКР, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	– <i>имеет</i> представление о современном аналитическом оборудовании, его сравнительных характеристиках при решении актуальных задач аналитической химии; – <i>владеет</i> информацией о метрологических параметрах доступных современных приборов.	Домашняя работа, опросы на лекциях. Экзамен.
С-ПК-2.	С-ПК-2.1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных	– <i>анализирует</i> информацию современных баз данных, проводит поиск с использованием систем Web of Science и Scopus; – <i>владеет</i> навыками использования программно-технических средств для подготовки презентации	Домашняя работа, опросы на лекциях. Экзамен.
	С-ПК-2.2. Анализирует	– <i>умеет</i> работать с литератур-	

	и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в выбранной области химии (химической технологии)	ными источниками; - <i>знает</i> все требования к составлению отчетов и рефератов; – <i>формулирует</i> необходимые обобщения, полученные в результате работы с литературными источниками.	
С-ПК-3.	С-ПК-3.1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	– <i>умеет</i> систематизировать полученную информацию, а также анализировать результаты и сопоставлять их с литературными данными; – <i>знает</i> назначение, принцип действия, устройство и аналитические возможности современных приборов для определения физико-химических свойств и химического анализа.	Домашняя работа, опросы на лекциях. Экзамен.

Итоговый контроль за освоением дисциплины «Дополнительные главы аналитической химии» осуществляется в результате проведения **экзамена**. Экзамен проводится как в устной форме, так и в виде *ppt-презентации со следующим регламентом: доклад – 10-15 мин, ответы на вопросы – 5-7 мин. На экзамене обучающийся представляет ответы на экзаменационные вопросы, предварительно выданные преподавателями.

Работа над *ppt презентациями предполагает самостоятельную, активную и квалифицированную работу студентов с материалами лекций, профессиональными Интернет-ресурсами, умение четко и ясно ответить на поставленные вопросы. Итоговую оценку («удовлетворительно» до «отлично») студент получает в конце экзамена, выступая перед всеми преподавателями, участвующими в преподавании дисциплины, после обсуждения ими выступления каждого студента.

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p>Экзамен Теоретические вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – наличие полных ответов на все вопросы с непринципиальными неточностями, – осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов, – точность и корректность применения терминов и понятий, – способность самостоятельно выбрать необходимые методы для решения конкретных аналитических задач 	<i>Отлично</i>
<p>Экзамен Теоретические вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – наличие полных ответов на все вопросы с несущественными ошибками, – осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явлений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок. — способность (с помощью наводящих вопросов) подобрать необходимые методы для решения конкретных аналитических задач . 	<i>Хорошо</i>

<p>Экзамен Теоретические вопросы: – наличие ответов на все вопросы, часть из которых неполные и/или с существенными ошибками, – наличие ошибок в логике, аргументации и объяснении отдельных процессов и явлений, – корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок.</p>	<i>Удовлетворительно</i>
<p>Экзамен Теоретические вопросы: – наличие ответов не на все вопросы, часть из которых неполные и/или с существенными ошибками, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий</p>	<i>Неудовлетворительно</i>

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры экзаменационных билетов

Билет 1.

1) Анализит – глюкоза

Опишите все возможные типы сенсоров на глюкозу (потенциометрические, амперометрические, спектрофотометрические, другие). Для каждого сенсора укажите аналитическую реакцию и природу аналитического сигнала. Как зависит величина аналитического сигнала от концентрации аналита? Как обеспечивается селективность анализа?

Подробнее. Опишите принципы работы спектрофотометрических сенсоров на различные метаболиты. Приведите состав тест-полосок (чипов) на примере глюкометра. Напишите аналитические реакции, лежащие в основе определения глюкозы данным сенсором.

2). Что такое хромotropизм? Какие типы хромotropных соединений Вы знаете? Где и как можно применить на практике соединения, обладающие хромotropными свойствами?

3) Маскирование, его основы. Тиосульфат, цианид, тиомочевина.

4) Гидратно-сольватный механизм. ТБФ, МиБК, уравнения экстракции с их участием.

Билет 2.

1. Анализит – метан и горючие газы, в том числе пропан. Опишите все возможные типы сенсоров на метан и горючие газы (электрохимические, оптические, термokatалитические, другие). Для каждого сенсора укажите аналитическую реакцию и природу аналитического сигнала. Как зависит величина аналитического сигнала от концентрации аналита?

Подробнее. Для каких анализитов разработаны сенсоры пеллистерного типа и в каких областях применяются? Какова природа аналитического сигнала в «каталитическом шарике»? В чем особенности калибровки термokatалитических сенсоров (на примере пеллистеров)? Сенсор на метан содержат 2 и больше сенсоров. Зачем увеличивать количество чувствительных элементов в сенсоре на один анализит, например, метан или пропан?

2). Что такое сольватохромизм? Какие сольватохромные соединения Вы знаете? Чем обусловлен сольватохромизм в комплексах никеля(II) и меди(II)? Приведите схемы расщепления термов под влиянием поля лигандов для обоих ионов.

3). Закономерности в константах устойчивости (ряд Ирвинга-Вильямса, классы А и В, хелат-эффект, статистический эффект).

4). β-дикетоны (асас, НТТА), дитизон. Уравнения экстракции с их участием.

Билет 3.

1). Аналит – *аммиак*. Опишите все возможные типы сенсоров для определения аммиака (электрохимические, термокаталитические, полупроводниковые, другие). Для каждого сенсора укажите аналитическую реакцию и природу аналитического сигнала. Как зависит величина аналитического сигнала от концентрации аналита? Как обеспечивается селективность анализа?

Подробнее. В каких областях применяются сенсоры на аммиак? Опишите газовые электроды для определения аммиака (потенциометрические сенсоры). Как изменяется электропроводность полупроводникового чувствительного элемента, изготовленного на основе оксида цинка, при взаимодействии с аммиаком? В чем особенности калибровки данного сенсора на аммиак?

2). Какую информацию получает исследователь при использовании для идентификации и анализа термохромных комплексов железа(II) методами статической магнитной восприимчивости и спектроскопических методов – электронной, ИК-, мессбауэровской и EXAFS-спектроскопии?

3). Оксикислоты, салициловая и сульфосалициловая кислоты, комплексоны.

4). Кислотно-основные и металлохромные азоиндикаторы.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Дополнительные главы аналитической химии»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФЕН	Подпись ответственного